Firmato digitalmente da:
Filippo Ricci
Firmato il 2025/11/27 14:21
Seriale Certificato: 23347021
Valido dal 27/11/2023 al 27/11/2026
InfoCert Qualified Electronic Signature CA 3

PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LOTTO 9"

COMUNE DI LATIANO (BR)

PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Rev.	Data	Descrizione della revisione	Redazione	Approvazione
00	Agosto 2025	Prima emissione	Silvano Carone	
01	Settembre 2025	Seconda emissione	Silvano Carone	

ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI MILANO
CARONE SILVANO
architetto
14229

INDICE

1. PREMESSA 5

2. PARTE GENERALE 6

3. SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO 6

3.1 PRESCRIZIONI GENERALI 7

3.2 MANUTENZIONE APPARECCHIATURE ELETTRICHE 8

3.3 MANUTENZIONE OPERE CIVILI 9

3.4 MANUALE D'USO DI TUTTI I COMPONENTI DELL'IMPIANTO 10

3.4.1 IMPIANTO DI GENERAZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FOTOVOLTAICO 10

3.4.1.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE 11

3.4.1.2 CELLA SOLARE 12

3.4.1.3 INVERTER 13

3.4.1.4 STRUTTURE DI SOSTEGNO 14

3.4.1.5 QUADRI ELETTRICI 15

3.4.1.6 DISPOSITIVO DI GENERATORE 16

3.4.1.7 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA 17

3.4.1.8 DISPOSITIVO GENERALE 18

3.4.1.9 CONDUTTORI DI PROTEZIONE 19

3.4.1.10 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE 20

3.4.2 IMPIANTO ELETTRICO 20

3.4.2.1 IMPIANTO ELETTRICO 20

3.4.2.2 INTERRUTTORI 21

3.4.2.3 QUADRI DI BASSA TENSIONE 22

3.4.2.4 QUADRI MT 23

3.4.2.5 SEZIONATORE 24

3.4.2.6 TRASFORMATORI A SECCO 25

3.4.2.7 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE 26

3.4.2.7.1 LAMPADE A IODURI METALLICI 27

3.4.2.7.2 LAMPADE FLUORRESCENTI 28

3.4.2.7.3 PALI IN ACCIAIO 28

3.4.3 IMPIANTO DI SICUREZZA 29
3.4.3.1 IMPIANTO DI MESSA A TERRA 29
3.4.3.1.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE 30
3.4.3.1.2 SISTEMA DI DISPERSIONE 30
3.4.3.1.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE 30
3.5 PIANO DI MANUTENZIONE 31
3.5.1 IMPIANTO DI GENERAZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FOTOVOLTAICO 31
3.5.1.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE 34
3.5.1.2 CELLA SOLARE 35
3.5.1.3 INVERTER 37
3.5.1.4 STRUTTURE DI SOSTEGNO 40
3.5.1.5 QUADRI ELETTRICI 42
3.5.1.6 DISPOSITIVI DI GENERATORE 44
3.5.1.7 DISPOSITIVI DI INTERFACCIA 45
3.5.1.8 DISPOSITIVI GENERALE 47
3.5.1.9 CONDUTTORI DI PROTEZIONE 48
3.5.1.10 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE 49
3.5.2 IMPIANTO ELETTRICO 50
3.5.2.1 INTERRUTTORI 53
3.5.2.2 QUADRI DI BASSA TENSIONE 55
3.5.2.3 QUADRI MT 57
3.5.2.4 SEZIONATORE 61
3.5.2.5 TRASFORMATORI A SECCO 63
3.5.2.6 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE 66
3.5.2.6.1 LAMPADE A IODURI METALLICI 70
3.5.2.6.2 LAMPADE FLUORESCENTI 72
3.5.2.6.3 PALI IN ACCIAIO 73
3.5.3 IMPIANTI DI SICUREZZA 76
3.5.3.1 IMPIANTO DI MESSA A TERRA 76
3.5.3.1.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE 77

3.5.3.1.2 SISTEMA DI DISPERSIONE 78

3.5.3.1.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE 79

1. PREMESSA

La presente relazione è di supporto agli interventi di realizzazione dell'impianto "agrivoltaico" denominato "LOTTO 9" e costituisce il documento del Piano di gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico.

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza installata pari a 48128,738 kWp e 41.000,00 kW in immissione alla rete elettrica nazionale; l'opera sarà realizzata nei Comune di Latiano (BR), con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino con potenze di picco di (710 – 715 – 720) Wp posizionati su inseguitori solari (tracker). È previsto l'utilizzo di inverter di multistringa del tipo HUAWEI – SUN2000-330KTL-H1 che saranno collocati in posizione baricentrica rispetto ai generatori.

L'energia viene convertita negli inverters, trasformando la tensione da 1500Vcc (continua) a 800 Vca (alternata) e viene trasportata, con linee indipendenti per ciascun inverter, per mezzo di cavi BT a 800 V direttamente interrati alle cabine di trasformazione BT/MT che innalzano la tensione da 800 V a 30kV.

Le varie cabine di trasformazione BT/MT saranno raggruppate in dorsali MT che confluiranno nella cabina di raccolta (ubicata nell'area di impianto destinata allo storage), per mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 30 kV che andranno ad innestarsi sulla corrispondente cella di linea del quadro elettrico di distribuzione in media tensione installato all'interno della cabina stessa.

Dalla cabina di raccolta partirà un unico cavidotto a 30 kV che percorrerà circa 0,830 km fino a giungere nei pressi della futura Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) 150/30 kV.

L'impianto verrà collegato in antenna a 150 kV su uno stallo approntato nella futura sezione a 150 kV della costituenda Stazione Elettrica RTN 150/380 kV che sorgerà nel comune di Latiano (BR).

La presente relazione ha lo scopo di descrivere il piano di manutenzione utilizzato su tutte le parti di impianto. Il piano si articola nelle seguenti parti:

- manutenzione moduli;
- manutenzione elettrica apparecchiature BT, MT, AT;
- manutenzione strutture di sostegno moduli;
- manutenzione opere civili SET, recinzioni e viabilità;
- utilizzo di personale interno o di imprese appaltatrici selezionate e qualificate.

Il presente piano analizza quindi le diverse componenti dell'impianto e le conseguenti misure di manutenzione previste.

2. PARTE GENERALE

Le componenti che costituiscono l'impianto in progetto sono le seguenti:

- modulo fotovoltaico;
- strutture di sostegno e sistema di inseguimento solare;
- perimetrazione esterna e cancelli;
- inverter/trasformatori/quadri;
- elettrodotti interni ed esterni al campo;
- sistemi di accumulo;
- viabilità interna, sistemi di illuminazione e videosorveglianza.

3. SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

La manutenzione degli impianti elettrici ordinari e speciali, sia essa di tipo ordinaria che straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le loro prestazioni al fine di conseguire:

- le condizioni di base richieste negli elaborati progettuali;
- le prestazioni di base richieste quali illuminamento, automazione, ecc.;
- la massima efficienza delle apparecchiature;
- la loro corretta utilizzazione durante le loro vita utile.

Essa comprende quindi tutte le operazioni necessarie all'ottenimento di quanto sopra nonché a:

- garantire una lunga vita all'impianto, prevedendo le possibili avarie e riducendo nel tempo i costi di manutenzione straordinaria che comportano sostituzione e/o riparazione di componenti dell'impianto;
- garantire ottimali condizioni di security, di safety, di regolazione e ottimizzazione.

Per una corretta manutenzione e gestione dell'impianto dovranno essere approntati e successivamente rispettati i seguenti documenti:

- manuale d'uso;
- manuale di manutenzione;
- programma di manutenzione;
- schede per la redazione del registro delle verifiche.

Il manuale d'uso serve all'utente per conoscere le modalità di fruizione e gestione corretta degli impianti. Esso dovrà essere sviluppato ed ampliato dall'impresa esecutrice degli impianti, in funzione delle caratteristiche intrinseche delle varie apparecchiature (marca, modello, ecc.). Tale sviluppo dovrà permettere di limitare quanto più possibile i danni derivati da un'utilizzazione impropria della singola apparecchiatura. Dovrà inoltre consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua gestione e conservazione che non richiedano conoscenze specialistiche, nonché il riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare tempestivamente gli interventi specialistici del caso. L'impresa che realizzerà gli interventi previsti nel progetto dovrà fornire a fine dei lavori, tutta

la documentazione sui materiali installati nonché i loro manuali d'uso direttamente forniti dalle case costruttrici dei materiali elettrici.

3.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare, la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto intendendo per funzionalità la loro idoneità ad adempiere le loro attività, ossia a fornire le prestazioni previste, e per efficienza la idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, della economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno. Per affidabilità si intende l'attitudine di un apparecchio, o di un impianto, a conservare funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua vita utile, ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in funzione ed il momento in cui si verifica un deterioramento, od un guasto irreparabile, o per il quale la riparazione si presenta non conveniente. Vita presunta è la vita utile che, in base all'esperienza, si può ragionevolmente attribuire ad un apparecchio, o ad un impianto.
Si parla di:

- deterioramento, quando un apparecchio, od un impianto, presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza;
- disservizio, quando un apparecchio, od un impianto, vanno fuori servizio;
- guasto, quando un apparecchio, od un impianto, non sono più in grado di adempiere alla loro funzione;
- riparazione, quando si stabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- ripristino, quando si ripristina un manufatto;
- controllo, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o della efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- revisione, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio, o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche. aggiustaggi, lavaggi, ecc.

Manutenzione secondo necessità
È quella che si attua in caso di guasto, disservizio o deterioramento.

Manutenzione preventiva
È quella diretta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare i deterioramenti.

Manutenzione programmata
È quella forma di manutenzione preventiva, in cui si prevedono operazioni eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito.

Manutenzione programmata preventiva

È un sistema di manutenzione in cui gli interventi vengono eseguiti. in base ai controlli eseguiti periodicamente secondo un programma prestabilito.

Secondo le norme UNI 8364:

- ordinaria è la manutenzione che si attua in luogo, con strumenti ed attrezzi di uso corrente; si limita a riparazioni di lieve entità, che necessitano unicamente di minuterie; comporta l'impiego di materiali di consumo di uso corrente, o la sostituzione di parti di modesto valore, espressamente previste (cinghiette, premistoppa, guarnizioni, fusibili, ecc.);
- straordinaria è la manutenzione che non può essere eseguita in loco, o che, pure essendo eseguita in luogo, richiede mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento), oppure attrezzature, o strumentazioni particolari, che necessitano di predisposizioni (prese, inserzioni sulle tubazioni, ecc.) comporta riparazioni e/o qualora si rendano necessarie parti di ricambio, ripristini, ecc.; prevede la revisione di apparecchi e/o la sostituzione di apparecchi e materiali per i quali non siano possibili, o convenienti, le riparazioni.

Viene intesa verifica l'insieme delle operazioni necessarie ad accertare la rispondenza di un impianto elettrico a requisiti prestabiliti. La verifica sarà necessaria ai fini della constatazione che tutti i requisiti di sicurezza e della regola dell'arte accertati durante il collaudo siano ancora in essere; accertando rispettivamente se l'impianto possiede i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile, se l'impianto possiede le adeguate prestazioni, se l'impianto è conforme a quanto previsto prestazionalmente nel progetto.

3.2 MANUTENZIONE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

La manutenzione elettrica comprende interventi di:

- manutenzione preventiva e periodica;
- manutenzione predittiva;
- manutenzione correttiva per guasto o rottura (straordinaria).

La manutenzione preventiva deve essere eseguita secondo un preciso piano di intervento e serve a conservare e garantire la funzionalità dell'impianto, prevenendo eventuali disservizi. La manutenzione preventiva deve essere pianificata in funzione di:

- sicurezza del personale che interviene;
- complessità delle lavorazioni da eseguire;
- condizioni di vento;
- tempi necessari per l'intervento;
- tipologia dell'impianto.

La manutenzione predittiva, tramite il controllo e l'analisi di parametri fisici, deve stabilire l'esigenza o meno di interventi di manutenzione sulle apparecchiature installate. Essa richiede il

monitoraggio periodico, attraverso sensori o misure, di variabili fisiche ed il loro confronto con valori di riferimento. La manutenzione correttiva deve essere attuata per riparare guasti o danni alla componentistica; è relativa a interventi con rinnovo o sostituzione di parti di impianto che non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni, la destinazione d'uso, e riportino l'impianto in condizioni di esercizio ordinarie.

3.3 MANUTENZIONE OPERE CIVILI

Le attività di manutenzione civile si articolano nella maniera seguente. Manutenzione ordinaria:

- pulizia di pozzetti di raccolta acque meteoriche effettuata manualmente;
- taglio erba nelle aree adiacenti alle strutture di sostegno dei moduli;
- manutenzione dei manufatti o strutture prefabbricate quali cabine di macchina, ed edifici della sottostazione;
- inghiaiamento con misto granulare di aree limitate all'interno di piazzole e lungo le relative strade di accesso ivi compresa la rullatura.

Manutenzione di manufatti:

- ripristino di lesioni di cabine di macchina, impermeabilizzazioni dei tetti, riparazione di serramenti, tinteggiature;
- inghiaiamento superficiale di piccole aree di strade.
- ripristini, consolidamenti strutturali ed esecuzione di piccole strutture in cls.

Interventi di recupero ambientale e di ripristino vegetativo:

- interventi di ripristino e stabilizzazione superficiale dei terreni mediante inerbimento e/o impiego di specie legnose e piantagioni varie;

Controlli:

- ispezioni visive;
- controlli non distruttivi (CND);
- rilievi topografici;
- indagini geognostiche (inclinometri, piezometri).

Altre attività:

- attività di sgombero neve.

In merito alle manutenzioni civili le società eseguiranno, con proprio personale, le attività di monitoraggio, la definizione dei piani di manutenzione, la programmazione degli interventi e la supervisione delle attività. Gli interventi di manutenzione civile vengono affidati ad imprese

appaltatrici, che svolgono le attività secondo le specifiche della committente. La società proponente, una volta installato il parco e attivata la produzione di energia elettrica, si doterà di risorse umane specializzate al fine di garantire tutte quelle opere manutentive che non richiedono competenze tecniche altamente specializzate, quali, ad esempio, verifiche e regolazioni in condizione di esercizio, pulizie, ecc. Il tutto verrà organizzato e condotto in stretta collaborazione con la società fornitrice dei moduli, degli inverter e dei sistemi di inseguimento solare e nel pieno rispetto della normativa vigente, anche per quanto concerne lo smaltimento dei rifiuti, come oli esausti, grassi, ecc.

In particolare, si prevede che:

- i potenziali impatti ambientali legati alle operazioni di manutenzione siano monitorati;
- le operazioni di manutenzione devono prevedere tutte le misure preventive e protettive nei confronti dei tecnici incaricati.

3.4 MANUALE D'USO DI TUTTI I COMPONENTI DELL'IMPIANTO

3.4.1 IMPIANTO DI GENERAZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è l'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica che poi viene resa disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza. Gli impianti fotovoltaici possono essere:

- alimentazione diretta: l'apparecchio da alimentare viene collegato direttamente al FV (acronimo di modulo fotovoltaico); lo svantaggio di questo tipo di impianti è che l'apparecchio collegato al modulo fotovoltaico non funziona in assenza di sole (di notte); applicazioni: piccole utenze come radio, piccole pompe, calcolatrici tascabili, ecc.;

- funzionamento ad isola: il modulo FV alimenta uno o più apparecchi elettrici; l'energia fornita dal modulo, ma momentaneamente non utilizzata, viene usata per caricare degli accumulatori; quando il fabbisogno aumenta, o quando il modulo FV non funziona (p.e. di notte), viene utilizzata l'energia immagazzinata negli accumulatori; applicazioni: zone non raggiunte dalla rete di distribuzione elettrica e dove l'installazione di essa non sarebbe conveniente;

- funzionamento per immissione in rete: come nell'impianto ad isola il modulo solare alimenta le apparecchiature elettriche collegate, l'energia momentaneamente non utilizzata viene immessa nella rete pubblica; il gestore di un impianto di questo tipo fornisce dunque l'energia eccedente a tutti gli altri utenti collegati alla rete elettrica, come una normale centrale elettrica; nelle ore serali e di notte la corrente elettrica può essere nuovamente prelevata dalla rete pubblica.

Un semplice impianto fotovoltaico ad isola è composto dai seguenti elementi:

- cella solare: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica; per ricavare più

potenza vengono collegate tra loro diverse celle;
- inverter: trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 400 V;

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:
- cassetta di terminazione;
- cella solare;
- inverter;
- strutture di sostegno;
- quadri elettrici;
- dispositivo di generatore;
- dispositivo di interfaccia;
- dispositivo generale;
- conduttori di protezione;
- scaricatori di sovratensione.

3.4.1.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE

La cassetta di terminazione è un contenitore a tenuta stagna (realizzato generalmente in materiale plastico) nel quale viene alloggiata la morsettiera per il collegamento elettrico e i diodi di by pass delle celle.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze della cassetta deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

3.4.1.2 CELLA SOLARE

È un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica. È generalmente costituita da un sottile strato (valore compreso tra 0,2 e 0,35 mm) di materiale semiconduttore in silicio opportunamente trattato (tale procedimento viene indicato come processo di drogaggio). Attualmente la produzione industriale di celle fotovoltaiche è costituita da:

- celle al silicio cristallino ricavate dal taglio di lingotti fusi di silicio di un singolo cristallo (monocristallino) o di più cristalli (policristallino);
- celle a film sottile ottenute dalla deposizione di uno strato di silicio amorfo su un supporto plastico o su una lastra di vetro.

Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino.

Modalità di uso corretto

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata superficialmente con un rivestimento antiriflettente costituito da un sottile strato di ossido di titanio (TiO2) che ha la funzione di ridurre la componente solare riflessa. Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie rivestimento

Difetti di tenuta del rivestimento superficiale che provoca un abbassamento del rendimento della cella.

Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

Difetti di fissaggio

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sul tetto.

Difetti di tenuta

Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello.

Incrostazioni

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per

essere bagnate.

Infiltrazioni

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate.

Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

3.4.1.3 INVERTER

L'inverter o convertitore statico è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore fotovoltaico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete. In quest'ultimo caso si adoperano convertitori del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM senza clock e/o riferimenti di tensione o di corrente e dotati del sistema MPPT (inseguimento del punto di massima potenza) che permette di ottenere il massimo rendimento adattando i parametri in uscita dal generatore fotovoltaico alle esigenze del carico. Gli inverter possono essere di due tipi:

- a commutazione forzata in cui la tensione di uscita viene generata da un circuito elettronico oscillatore che consente all'inverter di funzionare come un generatore in una rete isolata;
- a commutazione naturale in cui la frequenza della tensione di uscita viene impostata dalla rete a cui è collegato.

Modalità di uso corretto

È opportuno che il convertitore sia dotato di:

- protezioni contro le sovratensioni di manovra e/o di origine atmosferica;
- protezioni per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia della tensione e della frequenza;
- un dispositivo di reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.

Inoltre, l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche. Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze dell'inverter deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Emissioni elettromagnetiche
Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.
Infiltrazioni
Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.
Scariche atmosferiche
Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.
Sovratensioni
Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

3.4.1.4 STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno sono i supporti meccanici che consentono l'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici alle strutture su cui sono montati e/o al terreno. Generalmente sono realizzate assemblando profili metallici in acciaio zincato o in alluminio anodizzato in grado di limitare gli effetti causati dalla corrosione. Le strutture di sostegno possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a palo o a cavalletto);
- per l'integrazione architettonica (integrazione retrofit, strutturale, per arredo urbano);
- ad inseguimento.

Modalità di uso corretto

La struttura di sostegno deve essere in grado di resistere ad eventuali carichi e a particolari condizioni climatiche quali neve, vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e deve garantire la salvaguardia dell'intero apparato.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Corrosione
Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.
Deformazione
Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.
Difetti di montaggio
Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).
Difetti di serraggio
Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

Fessurazioni, microfessurazioni
Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

3.4.1.5 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico possono essere di diverse tipologie:

- di campo;
- di parallelo;
- di protezione inverter e di interfaccia rete.

I quadri di campo vengono realizzati per il sezionamento e la protezione della sezione in corrente continua all'ingresso dell'inverter; sono costituiti da sezionatori con fusibili estraibili modulari e da scaricatori di tensione modulari. I quadri di campo adatti all'installazione di più stringhe in parallelo prevedono inoltre diodi di blocco, opportunamente dimensionati, con dissipatori e montaggio su isolatori. I quadri di parallelo si rendono necessari quando più stringhe devono essere canalizzate nello stesso ingresso del convertitore CC/CA; nella gran parte dei casi sono costituiti da sezionatori di manovra e all'occorrenza da interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati. I quadri di protezione uscita inverter sono costituiti da uno o più interruttori magnetotermici (secondo il numero degli inverter) del tipo bipolari in sistemi monofase o quadripolari in sistemi trifase. Il quadro di interfaccia rete è necessario per convogliare le uscite dei quadri di protezione inverter su un'unica linea e da questa alla rete elettrica; generalmente è costituito da un interruttore magnetotermico (bipolare in sistemi monofase o quadripolare in sistemi trifase). Negli impianti fotovoltaici con un solo inverter il quadro uscita inverter e il quadro interfaccia rete possono diventare un unico apparecchio.
Modalità di uso corretto

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico sono da preferirsi con un grado di protezione IP65 per una eventuale installazione esterna. Il cablaggio deve essere realizzato con cavo opportunamente dimensionato in base all'impianto; deve essere completo di identificativo numerico e polarità e ogni componente (morsettiere, fili, apparecchiature ecc.) deve essere siglato in riferimento allo schema elettrico. Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei contattori
Difetti di funzionamento dei contattori.

Anomalie dei fusibili
Difetti di funzionamento dei fusibili.
Anomalie dell'impianto di rifasamento
Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.
Anomalie dei magnetotermici
Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.
Anomalie dei relè
Difetti di funzionamento dei relè termici.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.
Depositi di materiale
Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

3.4.1.6 DISPOSITIVO DI GENERATORE

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli inverter e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'inverter di competenza. È installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura; all'occorrenza può essere realizzato con un contattore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

Modalità di uso corretto

Nel caso in cui l'impianto preveda l'installazione di un unico inverter il dispositivo di generatore può coincidere con il dispositivo generale. Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

Corti circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

3.4.1.7 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione. Ha lo scopo di isolare l' impianto fotovoltaico (dal lato rete Ac) quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

Modalità di uso corretto

Il dispositivo di interfaccia deve soddisfare i requisiti dettati dalla norma CEI 64-8 in base alla potenza P complessiva dell'impianto ovvero:

- per valori di P <= a 20 kW è possibile utilizzare i singoli dispositivi di interfaccia fino ad un massimo di 3 inverter;
- per valori di P > 20 kW è necessario una ulteriore protezione di interfaccia esterna.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie della bobina
Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.
Anomalie del circuito magnetico
Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.
Anomalie dell'elettromagnete
Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.
Anomalie della molla
Difetti di funzionamento della molla di ritorno.
Anomalie delle viti serrafili
Difetti di tenuta delle viti serrafilo.
Difetti dei passacavi
Difetti di tenuta del coperchio passacavi.
Rumorosità
Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

3.4.1.8 DISPOSITIVO GENERALE

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l' intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. È solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

Modalità di uso corretto

Non rimuovere la targhetta di identificazione dalla quale si devono evincere le informazioni tecniche necessarie per il servizio tecnico, la manutenzione e la successiva sostituzione dei pezzi. Data la presenza di tensioni molto pericolose permettere solo a elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione del sezionatore. I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore. Installare il sezionatore in prossimità dell'inverter solare evitando di esporlo direttamente ai raggi solari. Nel caso debba essere installato all'esterno verificare il giusto grado di protezione che dovrebbe essere non inferiore a IP65. Verificare la polarità di tutti i cavi prima del primo avvio: positivo connesso a positivo e negativo connesso a negativo. Non usare mai il sezionatore ove vi sia rischio di esplosioni di gas o di polveri o dove vi siano materiali potenzialmente infiammabili.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti delle connessioni
Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.
Difetti ai dispositivi di manovra
Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

3.4.1.9 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Per i pannelli fotovoltaici qualora i moduli siano dotati solo di isolamento principale si rende necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli; se, però, questi fossero dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II) ciò non sarebbe più necessario. Ma, anche in questo caso, per garantirsi da un eventuale decadimento nel tempo della tenuta dell' isolamento è opportuno rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura metallica di sostegno. Per raggiungere tale obiettivo basta collegare le strutture metalliche dei moduli a dei conduttori di protezione o captatori.

Modalità di uso corretto

Le persone devono essere protette dai contatti indiretti così come prescritto dalla norma; pertanto le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione. Generalmente questi captatori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Corrosione
Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle

corrosioni.

Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

3.4.1.10 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione. A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione. Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

Modalità di uso corretto

L'efficienza dello scaricatore viene segnalata sul fronte dell'apparecchio da una bandierina colorata: verde indica l'efficienza del dispositivo, rosso la sua sostituzione; è dotato di un contatto elettrico utilizzato per riportare a distanza la segnalazione di fine vita della cartuccia. Lo scaricatore di sovratensione va scelto rispetto al tipo di sistema; infatti, nei sistemi TT l'apparecchio va collegato tra fase e neutro e sul conduttore di terra con le opportune protezioni mentre nei sistemi IT e TN trifasi il collegamento dello scaricatore avviene sulle tre fasi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

3.4.2 IMPIANTO ELETTRICO

Unità Tecnologiche:

- impianto elettrico;
- impianto di illuminazione.

3.4.2.1 IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico, nel caso di edifici per civili abitazioni, ha la funzione di addurre, distribuire ed erogare energia elettrica. Per potenze non superiori a 50 kW l'ente erogatore fornisce l'energia in bassa tensione mediante un gruppo di misura; da quest'ultimo parte una linea primaria che alimenta i vari quadri delle singole utenze. Dal quadro di zona parte la linea secondaria che deve essere sezionata (nel

caso di edifici per civili abitazioni) in modo da avere una linea per le utenze di illuminazione e l'altra per le utenze a maggiore assorbimento ed evitare così che salti tutto l'impianto in caso di corti circuiti. La distribuzione principale dell'energia avviene con cavi posizionati in apposite canalette; la distribuzione secondaria avviene con conduttori inseriti in apposite guaine di protezione (di diverso colore: il giallo-verde per la messa a terra, il blu per il neutro, il marrone- grigio per la fase). L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare una adeguata protezione.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- interruttori;
- quadri di bassa tensione;
- quadri a MT;
- sezionatore;
- trasformatori a secco.

3.4.2.2 INTERRUTTORI

Gli interruttori generalmente utilizzati sono del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20°C uguale a 0,5 bar. Gli interruttori possono essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto-chiuso dell'interruttore.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Gli interruttori devono essere posizionati in modo da essere facilmente individuabili e quindi di facile utilizzo; la distanza dal pavimento di calpestio deve essere di 17,5 cm se la presa è a parete, di 7 cm se è in canalina, 4 cm se da torretta, 100-120 cm nei locali di lavoro. I comandi luce sono posizionati in genere a livello maniglie porte. Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito per almeno 10.000 manovre.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

3.4.2.3 QUADRI DI BASSA TENSIONE

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette. Questi centralini si installano all'interno delle abitazioni e possono essere anche a parete. Esistono, inoltre, centralini stagni in materiale termoplastico con grado di protezione IP55 adatti per officine e industrie.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

Anomalie dell'impianto di rifasamento

Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.

Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.
Anomalie dei relè
Difetti di funzionamento dei relè termici.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.
Depositi di materiale
Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

3.4.2.4 QUADRI MT

I quadri elettrici hanno il compito di distribuire ai vari livelli dove sono installati l'energia elettrica proveniente dalla linea principale di adduzione. Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici. I quadri MT sono anche definite cabine elettriche per il contenimento delle apparecchiature MT.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie delle batterie
Difetti di funzionamento delle batterie di accumulo.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.

Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti degli organi di manovra

Difetti di funzionamento degli organi di manovra, ingranaggi e manovellismi.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Difetti di tenuta serraggi

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

3.4.2.5 SEZIONATORE

Il sezionatore è un apparecchio meccanico di connessione che risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetrapolare, da uno o due contatti ausiliari di preinterruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli.

Modalità di uso corretto

La velocità di intervento dell'operatore (manovra dipendente manuale) determina la rapidità di apertura e chiusura dei poli. Il sezionatore è un congegno a "rottura lenta" che non deve essere maneggiato sotto carico: deve essere prima interrotta la corrente nel circuito d'impiego attraverso l'apparecchio di commutazione. Il contatto ausiliario di preinterruzione si collega in serie con la bobina del contattore; quindi, in caso di manovra in carico, interrompe l'alimentazione della bobina prima dell'apertura dei poli. Nonostante questo, il contatto ausiliario di preinterruzione non può e non deve essere considerato un dispositivo di comando del contattore che deve essere dotato del comando Marcia/Arresto. La posizione del dispositivo di comando, l'indicatore meccanico separato (interruzione completamente apparente) o contatti visibili (interruzione visibile) devono segnalare in modo chiaro e sicuro lo stato dei contatti. Non deve mai essere possibile la chiusura a lucchetto del sezionatore in posizione di chiuso o se i suoi contatti sono saldati in conseguenza di un incidente. I fusibili possono sostituire nei sezionatori i tubi o le barrette di sezionamento.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti delle connessioni
Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.
Difetti ai dispositivi di manovra
Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

3.4.2.6 TRASFORMATORI A SECCO

Un trasformatore è definito a secco quando il circuito magnetico e gli avvolgimenti non sono immersi in un liquido isolante. Questi trasformatori si adoperano in alternativa a quelli immersi in un liquido isolante quando il rischio di incendio è elevato. I trasformatori a secco sono dei due tipi di seguito descritti. Trasformatori a secco di tipo aperto. Gli avvolgimenti non sono inglobati in isolante solido. L'umidità e la polvere ne possono ridurre la tenuta dielettrica per cui è opportuno prendere idonee precauzioni. Durante il funzionamento il movimento ascensionale dell'aria calda all'interno delle colonne impedisce il deposito della polvere e l'assorbimento di umidità; quando però non è in funzione, con il raffreddamento degli avvolgimenti, i trasformatori aperti potrebbero avere dei problemi. Nuovi materiali isolanti ne hanno, tuttavia, aumentato la resistenza all'umidità anche se è buona norma riscaldare il trasformatore dopo una lunga sosta prima di riattivarlo. Questi trasformatori sono isolati in classe H e ammettono, quindi, una sovratemperatura di 125 K. Trasformatori a secco inglobati in resina. Questi trasformatori hanno le bobine, con le spire adeguatamente isolate, posizionate in uno stampo in cui viene fatta la colata a caldo sottovuoto della resina epossidica. Il trasformatore ha quindi a vista delle superfici cilindriche lisce e non gli avvolgimenti isolanti su cui si possono depositare polvere ed umidità. Questi trasformatori sono isolati in classe F e ammettono, quindi, una sovratemperatura di 100 K. Di solito l'avvolgimento di bassa tensione non è incapsulato perché non presenta problemi

anche in caso di lunghe fermate.

Modalità di uso corretto

Verificare che sul cartello del trasformatore sia indicato il modo di raffreddamento che generalmente è indicato da quattro lettere: la prima e la seconda indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante che si trova in contatto con gli avvolgimenti; la terza e la quarta indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante esterno all'involucro. Qualora non ci fosse l'involucro - come per i trasformatori a secco - si adoperano solo le prime due lettere. Questi trasformatori sono installati all'interno con conseguenti difficoltà legate allo smaltimento del calore prodotto dai trasformatori stessi. È opportuno, quindi, studiare la circolazione dell'aria nel locale di installazione e verificare che la portata sia sufficiente a garantire che non siano superate le temperature ammesse. Di solito i trasformatori a secco sono a ventilazione naturale.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie degli isolatori
Difetti di tenuta degli isolatori.
Anomalie delle sonde termiche
Difetti di funzionamento delle sonde termiche.
Anomalie dello strato protettivo
Difetti di tenuta dello strato di vernice protettiva.
Anomalie dei termoregolatori
Difetti di funzionamento dei termoregolatori.
Depositi di polvere
Accumuli di materiale polveroso sui trasformatori quando questi sono fermi.
Difetti delle connessioni
Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti.
Umidità
Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.
Vibrazioni
Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

3.4.2.7 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce. L'impianto di illuminazione è' costituito generalmente da: lampade a incandescenza, lampade fluorescenti, lampade alogene, lampade compatte, lampade a scariche, lampade a ioduri metallici,

lampade a vapore di mercurio, lampade a vapore di sodio e pali per il sostegno dei corpi illuminanti. L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- lampade a ioduri metallici;
- lampade fluorescenti;
- pali in acciaio.

3.4.2.7.1 LAMPADE A IODURI METALLICI

I vari tipi di lampade a scarica sono: lampade a vapori di alogenuri; lampade a vapori di sodio ad alta e bassa pressione; lampade a vapori di mercurio; lampade a luce miscelata. Le lampade a vapori di alogenuri, oltre ad abbattere i costi nell'impianto di illuminazione, hanno la peculiarità di un' ottima resa dei colori che si riesce ad avere allegando al mercurio elementi (che vengono introdotti nel tubo in forma di composti insieme ad uno o più alogeni - iodio, bromo - al fine di sfruttare il processo ciclico di composizione e scomposizione degli elementi) per completare la radiazione emessa dall' elemento base. Le sostanze aggiunte possono essere: tallio (emissione verde), sodio (emissione gialla), litio (emissione rossa) e indio (emissione blu). Le lampade a vapori di sodio ad alta pressione emettono una luce giallo-oro e l' indice di resa cromatica arriva fino a 65. Quando si desidera ridurne il numero si adoperano in alternativa a quelle a vapori di mercurio per illuminazioni industriali e urbane. Hanno molteplici forme e il tubo in ossido di alluminio sinterizzato. Alcuni tipi hanno bisogno di accenditori a ristori. Le lampade a vapori di sodio a bassa pressione sono formate da un tubo ripiegato a "U" riempito di neon e sodio. La luce emessa è monocromatica e consente, quindi, di differenziare bene la forma degli oggetti ma non il colore. È consigliabile il loro utilizzo per piazzali, strade, svincoli autostradali montandole da una altezza di circa 8-15 m. Le lampade a vapori di mercurio possono essere a bulbo (per una migliore distribuzione della temperatura) o a cilindro di vetro termico (per resistere allo sbalzo termico e allo stillicidio). Si adoperano per edifici industriali, possono essere montate fino a 20 metri e hanno bisogno di dispositivi per l' innesco della scarica.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo contenete i gas esauriti.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Abbassamento livello di illuminazione

Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.

Avarie

Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

3.4.2.7.2 LAMPADE FLUORRESCENTI

Durano mediamente più di quelle a incandescenza e, adoperando alimentatori adatti, hanno un' ottima efficienza luminosa fino a 100 lumen/watt. L' interno della lampada è ricoperto da uno strato di polvere fluorescente cui viene aggiunto mercurio a bassa pressione. La radiazione visibile è determinata dall'emissione di radiazioni ultraviolette del mercurio (emesse appena la lampada è inserita in rete) che reagiscono con lo strato fluorescente.

Modalità di uso corretto

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade esaurite queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo di vetro.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Abbassamento livello di illuminazione
Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.
Avarie
Possibili avarie dovute a corto circuiti degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

3.4.2.7.3 PALI IN ACCIAIO

I pali sostengono uno o più apparecchi di illuminazione e sono formati generalmente da più parti quali un fusto, un prolungamento e all'occorrenza un braccio. Possono essere realizzati in acciaio che deve essere del tipo saldabile, resistente all'invecchiamento e, quando occorre, zincabile a caldo. L'acciaio deve essere di qualità almeno pari a quella Fe 360 B della EU 25 o migliore.

Modalità di uso corretto

Nel caso di eventi eccezionali (temporali, terremoti, ecc.) verificare la stabilità dei pali per evitare danni a cose o persone. I materiali utilizzati devono possedere caratteristiche tecniche rispondenti alle normative vigenti nonché alle prescrizioni delle norme UNI e CEI ed in ogni caso rispondenti alla regola dell'arte. Tutti i componenti dovranno essere forniti nei loro imballaggi originali, accompagnati da certificati delle case produttrici e conservati in cantiere in luoghi sicuri e al riparo da eventuali danni.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie del rivestimento
Difetti di tenuta del rivestimento o della zincatura.
Corrosione
Possibile corrosione dei pali realizzati in acciaio, in ferro o in leghe metalliche dovuta a difetti di tenuta dello strato di protezione superficiale.
Difetti di messa a terra
Difetti di messa a terra dovuti all'eccessiva polvere all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di serraggio
Abbassamento del livello di serraggio dei bulloni tra palo ed ancoraggio a terra o tra palo e corpo illuminante.
Difetti di stabilità
Difetti di ancoraggio dei pali al terreno dovuti ad affondamento della piastra di appoggio.

3.4.3 IMPIANTO DI SICUREZZA

Unità Tecnologiche:

- impianto di messa a terra.

3.4.3.1 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo. È il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in tensione a causa di mancanza di isolamento o altro.
L' impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche. Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispersori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante. Per il collegamento alla rete di terra è possibile utilizzare, oltre ai dispersori ed ai loro accessori, i ferri dei plinti di fondazione. L' impianto di terra è generalmente composto da collettore di terra, i conduttori equipotenziali, il conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono essere sconnettibili e il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra.
L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- conduttori di protezione;
- sistema di dispersione;
- sistema di equipotenzializzazione.

3.4.3.1.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

I conduttori di protezione principale o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra dai piani dell'edificio.

Modalità di uso corretto

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

3.4.3.1.2 SISTEMA DI DISPERSIONE

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

Modalità di uso corretto

Per gli organi di captazione si adoperano tondini e piattine in rame, o in acciaio zincato di sezione 50-70 mm quadrati: per la bandella piattine di sezione 30 x 40 mm, per motivi di rigidità metallica. Per le coperture metalliche gli spessori non devono essere inferiori a 10-20 mm per scongiurare perforazioni catalitiche. Una sezione doppia di quella degli organi di captazione si utilizza per le grondaie e le ringhiere; per le tubazioni e i contenitori in metallo si devono adoperare spessori di 2,5 mm che arrivano a 4,5 mm per recipienti di combustibili. Gli ancoraggi tra la struttura e gli organi di captazione devono essere fatti con brasatura forte, saldatura, bullonatura o con morsetti; in ogni caso occorre garantire superfici minime di contatto di 200 mm quadrati.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosioni

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

3.4.3.1.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra i tubi metallici.

Modalità di uso corretto

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosione
Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.
Difetti di serraggio
Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

3.5 PIANO DI MANUTENZIONE

3.5.1 IMPIANTO DI GENERAZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è l'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica che poi viene resa disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza. Gli impianti fotovoltaici possono essere:

- alimentazione diretta: l'apparecchio da alimentare viene collegato direttamente al FV (acronimo di modulo fotovoltaico); lo svantaggio di questo tipo di impianti è che l'apparecchio collegato al modulo fotovoltaico non funziona in assenza di sole (di notte); applicazioni: piccole utenze come radio, piccole pompe, calcolatrici tascabili, ecc.;

- funzionamento ad isola: il modulo FV alimenta uno o più apparecchi elettrici; l'energia fornita dal modulo, ma momentaneamente non utilizzata, viene usata per caricare degli accumulatori; quando il fabbisogno aumenta, o quando il modulo FV non funziona (p.e.di notte), viene utilizzata l'energia immagazzinata negli accumulatori; applicazioni: zone non raggiunte dalla rete di distribuzione elettrica e dove l'installazione di essa non sarebbe conveniente;

- funzionamento per immissione in rete: come nell'impianto ad isola il modulo solare alimenta le apparecchiature elettriche collegate, l'energia momentaneamente non utilizzata viene immessa nella rete pubblica; il gestore di un impianto di questo tipo fornisce dunque l'energia eccedente a tutti gli altri utenti collegati alla rete elettrica, come una normale centrale elettrica; nelle ore serali e di notte la corrente elettrica può essere nuovamente prelevata dalla rete pubblica.

Un semplice impianto fotovoltaico ad isola è composto dai seguenti elementi:

- cella solare: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica; per ricavare più

potenza vengono collegate tra loro diverse celle;

- regolatore di carica: è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori; uno dei suoi compiti è di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno;
- accumulatori: sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico; essi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irradiamento solare;
- inverter: trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 230 V; se l'apparecchio da alimentare necessita di corrente continua si può fare a meno di questa componente;
- utenze: apparecchi alimentati dall'impianto fotovoltaico.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe
di Esigenza: funzionalità.
Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti elettrici devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra dell'edificio.
Prestazioni: le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n .37.
(Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale
Classe di Requisiti: sicurezza d'intervento Classe di Esigenza: sicurezza.

I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma tecnica.
Prestazioni: si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Impermeabilità ai liquidi

Classe di Requisiti: sicurezza d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
I componenti degli impianti elettrici devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto

dalla normativa.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Isolamento elettrico

Classe di Requisiti: protezione elettrica
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Limitazione dei rischi di intervento

Classe di Requisiti: protezione dai rischi d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone e/o cose. Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Montabilità/Smontabilità

Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.
Prestazioni: gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: di stabilità
Classe di Esigenza: sicurezza

Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.
Prestazioni: gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- cassetta di terminazione;
- cella solare;
- inverter;
- strutture di sostegno;
- quadri elettrici;
- dispositivo di generatore;
- dispositivo di interfaccia;
- dispositivo generale;
- conduttori di protezione;
- caricatori di sovratensione.

3.5.1.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE

La cassetta di terminazione è un contenitore a tenuta stagna (realizzato generalmente in materiale plastico) nel quale viene alloggiata la morsettiera per il collegamento elettrico e i diodi di by pass delle celle.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale

Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a vista
Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle morsettiere nonché dei coperchi delle cassette. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corti circuiti.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, impermeabilità ai liquidi, isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento, montabilità/smontabilità, resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: corto circuiti, difetti agli interruttori, difetti di taratura, surriscaldamento. Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni
Cadenza: quando occorre
Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti delle cassette quali coperchi, morsettiere, apparecchi di protezione e di comando.
Ditte specializzate: Elettricista.

3.5.1.2 CELLA SOLARE

È un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica. È generalmente costituita da un sottile strato (valore compreso tra 0,2 e 0,35 mm) di materiale semiconduttore in silicio opportunamente trattato (tale procedimento viene indicato come processo di drogaggio). Le celle fotovoltaiche di attuale produzione industriale sono:

- celle al silicio cristallino ricavate dal taglio di lingotti fusi di silicio di un singolo cristallo (monocristallino) o di più cristalli (policristallino);
- celle a film sottile ottenute dalla deposizione di uno strato di silicio amorfo su un supporto plastico o su una lastra di vetro.

Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino; le celle al film sono economicamente vantaggiose dato il ridotto apporto di materiale semiconduttore (1-2 micron) necessario alla realizzazione di una cella ma hanno un decadimento delle prestazioni del 30% nel primo mese di vita.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Efficienza di conversione
Classe di Requisiti: di funzionamento Classe
di Esigenza: gestione
La cella deve essere realizzata con materiale e finiture superficiali tali da garantire il massimo assorbimento delle radiazioni solari.

Prestazioni: la massima potenza erogabile dalla cella è in stretto rapporto con l'irraggiamento solare in condizioni standard ed è quella indicata dai produttori.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie rivestimento
Difetti di tenuta del rivestimento superficiale che provoca un abbassamento del rendimento della cella.
Deposito superficiale
Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.
Difetti di serraggio morsetti
Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.
Difetti di fissaggio
Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sul tetto.
Difetti di tenuta
Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello.
Incrostazioni
Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento.
Infiltrazioni
Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate.
Patina biologica
Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo apparato elettrico
Cadenza: ogni 6 mesi
Tipologia: controllo a vista
Controllare lo stato di serraggio dei morsetti e la funzionalità delle resistenze elettriche della parte elettrica delle celle e/o dei moduli di celle.
Anomalie riscontrabili: difetti di serraggio morsetti. Ditte
specializzate: elettricista.

Controllo diodi

Cadenza: ogni 3 mesi
Tipologia: ispezione
Eseguire il controllo della funzionalità dei diodi di by-pass. Requisiti da verificare: efficienza di conversione.
Anomalie riscontrabili: difetti di serraggio morsetti. Ditte
specializzate: elettricista.

Controllo fissaggi Cadenza:
ogni 6 mesi Tipologia:
controllo a vista
Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio delle celle e/o dei moduli. Anomalie riscontrabili: difetti di serraggio morsetti.
Ditte specializzate: generico.
Controllo generale celle
Cadenza: quando occorre Tipologia: ispezione a vista
Verificare lo stato delle celle in seguito ad eventi meteorici eccezionali quali temporali, grandinate, ecc. Controllare che non ci siano incrostazioni e/o depositi sulle superfici delle celle che possano inficiare il corretto funzionamento.
Anomalie riscontrabili: difetti di fissaggio, difetti di serraggio morsetti, difetti di tenuta, incrostazioni infiltrazioni, deposito superficiale.
Ditte specializzate: generico.

<u>MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO</u>

Pulizia
Cadenza: ogni 6 mesi
Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla superficie esterna delle celle

Sostituzione celle
Cadenza: ogni 10 anni
Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile. Ditte specializzate: elettricista

Serraggio
Cadenza: quando occorre
Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle Ditte specializzate: generico

3.5.1.3 INVERTER

L'inverter o convertitore statico è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore fotovoltaico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete. In quest'ultimo caso si adoperano convertitori del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM senza clock e/o riferimenti di tensione o di corrente e dotati del sistema MPPT (inseguimento del punto di massima potenza) che permette di ottenere il massimo rendimento adattando i parametri in uscita dal generatore fotovoltaico alle esigenze del carico. Gli inverter possono essere di due tipi:

- a commutazione forzata in cui la tensione di uscita viene generata da un circuito elettronico oscillatore che consente all'inverter di funzionare come un generatore in una rete isolata;
- a commutazione naturale in cui la frequenza della tensione di uscita viene impostata dalla rete a cui è collegato.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Controllo della potenza
Classe di Requisiti: controllabilità tecnologica
Classe di Esigenza: controllabilità
L'inverter deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.
Prestazioni: l'inverter deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.
Livello minimo della prestazione: la potenza massima Pinv destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore Ppv ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%: Ppv (-20%) < Pinv < Ppv (+5%).

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei fusibili
Difetti di funzionamento dei fusibili.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Emissioni elettromagnetiche
Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.
Infiltrazioni
Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.
Scariche atmosferiche
Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche

atmosferiche.

Sovratensioni

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale

Cadenza: ogni 2 mesi

Tipologia: ispezione strumentale

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.

Requisiti da verificare: controllo della potenza.

Anomalie riscontrabili: sovratensioni.

Ditte specializzate: elettricista.

Verifica messa a terra

Cadenza: ogni 2 mesi Tipologia: controllo

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.

Requisiti da verificare: limitazione dei rischi di intervento, resistenza meccanica, controllo della potenza.

Anomalie riscontrabili: scariche atmosferiche, sovratensioni.

Ditte specializzate: elettricista

Verifica protezioni

Cadenza: ogni 6 mesi Tipologia: ispezione a vista

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter. Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: anomalie dei fusibili, difetti agli interruttori. Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia generale

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione. Ditte specializzate: elettricista.

Serraggio

Cadenza: ogni anno

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione inverter
Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.
Cadenza: ogni 3 anni
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.4 STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno sono i supporti meccanici che consentono l'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici alle strutture su cui sono montati e/o al terreno. Generalmente sono realizzate assemblando profili metallici in acciaio zincato o in alluminio anodizzato in grado di limitare gli effetti causati dalla corrosione. Le strutture di sostegno possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a palo o a cavalletto);
- per l'integrazione architettonica (integrazione retrofit, strutturale, per arredo urbano);
- ad inseguimento.

<u>REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)</u>

Resistenza alla corrosione
Classe di Requisiti: di stabilità
Classe di Esigenza: sicurezza
Le strutture di sostegno devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.
Prestazioni: devono essere utilizzati materiali adeguati e all'occorrenza devono essere previsti sistemi di protezione in modo da contrastare il fenomeno della corrosione.
Livello minimo della prestazione: per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.

Resistenza meccanica
Classe di Requisiti: di stabilità
Classe di Esigenza: Sicurezza
Le strutture di sostegno devono essere in grado di non subire disgregazioni se sottoposte all'azione di carichi accidentali.
Prestazioni: le strutture di sostegno devono essere realizzate con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.
Livello minimo della prestazione: le strutture di sostegno devono sopportare i carichi previsti in fase di progetto.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosione
Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.
Deformazione
Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.
Difetti di montaggio
Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).
Difetti di serraggio
Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.
Fessurazioni, microfessurazioni
Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale Cadenza:
ogni 6 mesi Tipologia:
ispezione a vista
Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.
Requisiti da verificare: resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: deformazione, difetti di montaggio, fessurazioni, microfessurazioni, corrosione, difetti di serraggio.
Ditte specializzate: tecnici di livello superiore.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Reintegro
Cadenza: ogni 6 mesi
Reintegro degli elementi di fissaggio con sistemazione delle giunzioni mediante l'utilizzo di materiali analoghi a quelli preesistenti.
Ditte specializzate: tecnici di livello superiore.

Ripristino rivestimenti
Cadenza: quando occorre
Eseguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione. Ditte specializzate: generico

3.5.1.5 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico possono essere di diverse tipologie:

- di campo;
- di parallelo;
- di protezione inverter e di interfaccia rete.

I quadri di campo vengono realizzati per il sezionamento e la protezione della sezione in corrente continua all'ingresso dell'inverter; sono costituiti da sezionatori con fusibili estraibili modulari e da scaricatori di tensione modulari. I quadri di campo adatti all'installazione di più stringhe in parallelo prevedono inoltre diodi di blocco, opportunamente dimensionati, con dissipatori e montaggio su isolatori. I quadri di parallelo si rendono necessari quando più stringhe devono essere canalizzate nello stesso ingresso del convertitore CC/CA; nella gran parte dei casi sono costituiti da sezionatori di manovra e all'occorrenza da interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati. I quadri di protezione uscita inverter sono costituiti da uno o più interruttori magnetotermici (secondo il numero degli inverter) del tipo bipolari in sistemi monofase o quadripolari in sistemi trifase. Il quadro di interfaccia rete è necessario per convogliare le uscite dei quadri di protezione inverter su un'unica linea e da questa alla rete elettrica; generalmente è costituito da un interruttore magnetotermico (bipolare in sistemi monofase o quadripolare in sistemi trifase). Negli impianti fotovoltaici con un solo inverter il quadro uscita inverter e il quadro interfaccia rete possono diventare un unico apparecchio.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Identificabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contattori
Difetti di funzionamento dei contattori.
Anomalie dei fusibili
Difetti di funzionamento dei fusibili.
Anomalie dell'impianto di rifasamento
Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.

Anomalie dei magnetotermici
Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.
Anomalie dei relè
Difetti di funzionamento dei relè termici.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.
Depositi di materiale
Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo centralina di rifasamento
Cadenza: ogni 2 mesi
Tipologia: controllo a vista
Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento. Anomalie riscontrabili: anomalie dell'impianto di rifasamento.
Ditte specializzate: elettricista.

Verifica dei condensatori
Cadenza: ogni 6 mesi
Tipologia: ispezione a vista
Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.
Anomalie riscontrabili: anomalie dell'impianto di rifasamento, anomalie dei contattori. Ditte specializzate: elettricista.

Verifica messa a terra
Cadenza: ogni 2 mesi
Tipologia: controllo
Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra dei quadri.
Anomalie riscontrabili: anomalie dei contattori, anomalie dei magnetotermici.
Ditte specializzate: elettricista

Verifica protezioni Cadenza:
ogni 6 mesi Tipologia:
ispezione a vista

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici. Anomalie riscontrabili: anomalie dei fusibili, anomalie dei magnetotermici, anomalie dei relè. Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia generale
Cadenza: ogni 6 mesi
Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione. Ditte specializzate: elettricista.
Serraggio
Cadenza: ogni anno
Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori. Ditte specializzate: elettricista
Sostituzione centralina rifasamento
Cadenza: quando occorre

Eseguire la sostituzione della centralina elettronica di rifasamento con altra dello stesso tipo. Ditte specializzate: elettricista

Sostituzione quadro
Cadenza: ogni 20 anni
Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.6 DISPOSITIVI DI GENERATORE

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli inverter e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'inverter di competenza. È installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura; all'occorrenza può essere realizzato con un contattore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corti circuiti
Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.
Difetti di funzionamento
Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Disconnessione dell'alimentazione
Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a vista
Verificare la corretta pressione di serraggio dei cavi di connessione; controllare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corti circuiti.
Anomalie riscontrabili: corti circuiti, difetti di funzionamento, difetti di taratura, disconnessione dell'alimentazione, surriscaldamento, anomalie degli sganciatori.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni
Cadenza: quando occorre
Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i dispositivi di generatore. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.7 DISPOSITIVI DI INTERFACCIA

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di

tensione. Ha lo scopo di isolare l'impianto fotovoltaico (dal lato rete Ac) quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie della bobina
Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.
Anomalie del circuito magnetico
Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.
Anomalie dell'elettromagnete
Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.
Anomalie della molla
Difetti di funzionamento della molla di ritorno.
Anomalie delle viti serrafili
Difetti di tenuta delle viti serrafilo.
Difetti dei passacavo
Difetti di tenuta del coperchio passacavi.
Rumorosità
Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale Cadenza:
ogni 6 mesi Tipologia:
ispezione a vista
Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il contattore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.
Anomalie riscontrabili: anomalie della bobina, anomalie del circuito magnetico, anomalie della molla, anomalie delle viti serrafili, difetti dei passacavi, anomalie dell'elettromagnete, rumorosità. Ditte specializzate: elettricista.

Verifica tensione
Cadenza: ogni anno
Tipologia: ispezione strumentale
Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro. Anomalie riscontrabili: anomalie dell'elettromagnete.

Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia
Cadenza: quando occorre
Eseguire la pulizia delle superfici rettificate dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.
Ditte specializzate: elettricista.

Serraggio cavi
Cadenza: ogni 6 mesi
Effettuare il serraggio di tutti i cavi in entrata e in uscita dal dispositivo di interfaccia. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione bobina
Cadenza: a guasto
Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.8 DISPOSITIVI GENERALE

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. È solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti delle connessioni
Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.
Difetti ai dispositivi di manovra

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale

Cadenza: ogni mese

Tipologia: controllo a vista

Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.

Anomalie riscontrabili: corto circuiti, difetti ai dispositivi di manovra, difetti di Taratura, surriscaldamento, anomalie degli sganciatori.

Ditte specializzate: elettricista

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo generale. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.9 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Per i pannelli fotovoltaici qualora i moduli siano dotati solo di isolamento principale si rende necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli; se, però, questi fossero dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II) ciò non sarebbe più necessario. Ma, anche in questo caso, per garantirsi da un eventuale decadimento nel tempo della tenuta dell'isolamento è opportuno rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura metallica di sostegno. Per raggiungere tale obiettivo basta collegare le strutture metalliche dei moduli a dei conduttori di protezione o captatori.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Resistenza alla corrosione

Classe di Requisiti: di stabilità

Classe di Esigenza: sicurezza

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra devono essere in

grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.
Prestazioni: la resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227.
Livello minimo della prestazione: la valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosione
Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.
Difetti di connessione
Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: ispezione strumentale
Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale. Requisiti da verificare: resistenza alla corrosione.
Anomalie riscontrabili: difetti di connessione. Ditte
specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzione conduttori di protezione
Cadenza: quando occorre
Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.1.10 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione. A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione. Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita

dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti varistore
Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.
Difetti spie di segnalazione
Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni mese Tipologia:
Controllo a vista
Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.
Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.
Anomalie riscontrabili: difetti varistore, difetti agli interruttori, anomalie degli sganciatori.
Ditte specializzate: elettricista.
MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni cartucce
Cadenza: quando occorre
Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione.
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2 IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico, nel caso di edifici per civili abitazioni, ha la funzione di addurre, distribuire ed erogare energia elettrica. Per potenze non superiori a 50 kW l'ente erogatore fornisce l'energia in bassa tensione mediante un gruppo di misura; da quest'ultimo parte una linea primaria che alimenta i vari quadri delle singole utenze. Dal quadro di zona parte la linea secondaria che deve essere sezionata (nel caso di edifici per civili abitazioni) in modo da avere una linea per le utenze di illuminazione e l'altra per le utenze a maggiore assorbimento ed evitare così che salti tutto l'impianto

in caso di corti circuiti. La distribuzione principale dell'energia avviene con cavi posizionati in apposite canalette; la distribuzione secondaria avviene con conduttori inseriti in apposite guaine di protezione (di diverso colore: il giallo-verde per la messa a terra, il blu per il neutro, il marrone- grigio per la fase). L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare una adeguata protezione.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

(Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale
Classe di Requisiti: sicurezza d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma tecnica.
Prestazioni: si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe
di Esigenza: funzionalità
Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti elettrici devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra dell'edificio.
Prestazioni: le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n .37.
Impermeabilità ai liquidi
Classe di Requisiti: sicurezza d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
I componenti degli impianti elettrici devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Isolamento elettrico
Classe di Requisiti: protezione elettrica
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Limitazione dei rischi di intervento
Classe di Requisiti: protezione dai rischi d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone o cose.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Montabilità/Smontabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.

Prestazioni: gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Resistenza meccanica
Classe di Requisiti: di stabilità
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.
Prestazioni: gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Attitudine a limitare i rischi di incendio
Classe di Requisiti: protezione antincendio
Classe di Esigenza: sicurezza
I componenti dell'impianto elettrico devono essere realizzati ed installati in modo da limitare i rischi di probabili incendi.
Prestazioni: per limitare i rischi di probabili incendi i generatori di calore, funzionanti ad energia elettrica, devono essere installati e funzionare nel rispetto di quanto prescritto dalle leggi e normative vigenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- interruttori;
- quadri di bassa tensione;
- quadri di media tensione;
- sezionatore;
- trasformatori a secco.

3.5.2.1 INTERRUTTORI

Gli interruttori generalmente utilizzati sono del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Gli interruttori possono essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto-chiuso dell'interruttore.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Comodità di uso e manovra
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe
di Esigenza: funzionalità
Gli interruttori devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.
Prestazioni: gli interruttori devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro, ed essere accessibili anche da parte di persone con impedite o ridotta capacità motoria.
Livello minimo della prestazione: in particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m, ad eccezione di quei componenti il cui azionamento avviene mediante comando a distanza (ad esempio il telecomando a raggi infrarossi).

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Disconnessione dell'alimentazione
Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a vista
Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.
Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corto circuiti.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, comodità di uso e manovra, impermeabilità ai
liquidi, isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento, montabilità/smontabilità, resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: corto circuiti, difetti agli interruttori, difetti di taratura, disconnessione dell'alimentazione, surriscaldamento, anomalie degli sganciatori.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni

Cadenza: quando occorre
Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti degli interruttori quali placchette, coperchi, telai porta frutti, apparecchi di protezione e di comando.
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2.2 QUADRI DI BASSA TENSIONE

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette. Questi centralini si installano all'interno delle abitazioni e possono essere anche a parete. Esistono, inoltre, centralini stagni in materiale termoplastico con grado di protezione IP55 adatti per officine e industrie.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Accessibilità
Classe di Requisiti: Facilità d'intervento
Classe di Esigenza: Funzionalità
I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Identificabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie dei contattori
Difetti di funzionamento dei contattori.

Anomalie dei fusibili
Difetti di funzionamento dei fusibili
Anomalie dell'impianto di rifasamento
Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.
Anomalie dei magnetotermici
Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.
Anomalie dei relè
Difetti di funzionamento dei relè termici.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.
Depositi di materiale
Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo centralina di rifasamento
Cadenza: ogni 2 mesi
Tipologia: controllo a vista
Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento. Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche. Anomalie riscontrabili: anomalie dell'impianto di rifasamento.
Ditte specializzate: elettricista.

Verifica dei condensatori
Cadenza: ogni 6 mesi
Tipologia: ispezione a vista
Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori. Requisiti da verificare: isolamento elettrico.
Anomalie riscontrabili: anomalie dell'impianto di rifasamento, anomalie dei contattori. Ditte specializzate: elettricista.
Verifica messa a terra
Cadenza: ogni 2 mesi

Tipologia: controllo
Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra dei quadri.
Requisiti da verificare: limitazione dei rischi di intervento, resistenza meccanica. Anomalie riscontrabili: anomalie dei contattori, anomalie dei magnetotermici. Ditte specializzate: elettricista

Verifica protezioni Cadenza:
ogni 6 mesi Tipologia:
ispezione a vista
Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici. Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.
Anomalie riscontrabili: anomalie dei fusibili, anomalie dei magnetotermici, anomalie dei relè. Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia generale
Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione. Ditte specializzate: elettricista

Serraggio
Cadenza: ogni anno
Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione centralina rifasamento
Cadenza: quando occorre
Eseguire la sostituzione della centralina elettronica di rifasamento con altra dello stesso tipo. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione quadro
Cadenza: ogni 20 anni
Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2.3 QUADRI MT

I quadri elettrici hanno il compito di distribuire ai vari livelli dove sono installati l'energia elettrica proveniente dalla linea principale di adduzione. Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici. I quadri MT sono anche definite cabine elettriche per il contenimento delle apparecchiature MT.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Accessibilità
Classe di Requisiti: Facilità d'intervento
Classe di Esigenza: Funzionalità
I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.
Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
Identificabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità

I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie delle batterie
Difetti di funzionamento delle batterie di accumulo.
Anomalie della resistenza
Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
Anomalie delle spie di segnalazione
Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
Anomalie dei termostati
Difetti di funzionamento dei termostati.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
Difetti degli organi di manovra

Difetti di funzionamento degli organi di manovra, ingranaggi e manovellismi.
Difetti di taratura
Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
Difetti di tenuta serraggi
Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.
Disconnessione dell'alimentazione
Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: controllo a vista
Controllo dello stato generale e dell'integrità con particolare attenzione allo stato degli interblocchi elettrici con prova delle manovre di apertura e chiusura. Verificare la corretta pressione di serraggio delle lame dei sezionatori e delle bobine dei circuiti di sgancio degli interruttori di manovra sezionatori.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, attitudine a limitare i rischi di incendio, impermeabilità ai liquidi, isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento; montabilità/smontabilità.
Anomalie riscontrabili: corto circuiti, difetti agli interruttori, difetti di taratura, disconnessione dell'alimentazione, anomalie delle batterie, surriscaldamento.
Ditte specializzate: elettricista.

Verifica apparecchiature di taratura e controllo
Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: controllo
Verificare l'efficienza delle lampade di segnalazione, delle spie di segnalazione dei sezionatori di linea. Requisiti da verificare: limitazione dei rischi di intervento, resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: difetti di taratura, surriscaldamento. Ditte specializzate: elettricista.

Verifica batterie
Cadenza: ogni settimana
Tipologia: ispezione a vista
Verificare il corretto funzionamento del carica batteria di alimentazione secondaria. Anomalie

riscontrabili: anomalie delle batterie.
Ditte specializzate: elettricista.

Verifica delle bobine
Cadenza: ogni anno
Tipologia: ispezione a vista
Verificare l'integrità delle bobine dei circuiti di sgancio. Requisiti da verificare: isolamento elettrico.
Anomalie riscontrabili: difetti degli organi di manovra, difetti agli interruttori.
Ditte specializzate: elettricista.
Verifica interruttori

Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: controllo a vista
Verificare l'efficienza degli isolatori di poli degli interruttori a volume d'olio ridotto. Verificare il regolare funzionamento dei motori, dei relè, dei blocchi a chiave, dei circuiti ausiliari; controllare il livello dell'olio degli interruttori a volume d'olio ridotto e la pressione del gas ad interruttore a freddo.
Requisiti da verificare: impermeabilità ai liquidi, isolamento elettrico.
Anomalie riscontrabili: difetti agli interruttori, difetti di taratura.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Lubrificazione ingranaggi e contatti
Cadenza: ogni anno
Lubrificare utilizzando vaselina pura i contatti, le pinze e le lame dei sezionatori di linea, gli interruttori di manovra, i sezionatori di messa a terra. Lubrificare con olio grafitato tutti gli ingranaggi e gli apparecchi di manovra.
Ditte specializzate: elettricista.

Pulizia generale
Cadenza: ogni anno
Pulizia generale degli interruttori di manovra, dei sezionatori di messa a terra, delle lame e delle pinze dei sezionatori di linea.
Ditte specializzate: elettricista.

Serraggio
Cadenza: ogni anno
Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione fusibili

Cadenza: quando occorre
Eseguire la sostituzione dei fusibili con altri dello stesso tipo. Ditte specializzate: elettricista

Sostituzione quadro
Cadenza: ogni 20 anni
Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa. Ditte specializzate: elettricista

SEZIONATORE

Il sezionatore è un apparecchio meccanico di connessione che risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetra polare, da uno o due contatti ausiliari di pre-interruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)
Comodità di uso e manovra
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe
di Esigenza: funzionalità
I sezionatori devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.
Prestazioni: i sezionatori devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro sia in condizioni di normale utilizzo sia in caso di emergenza.
Livello minimo della prestazione: in particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m.

ANOMALIE RISCONTRABILI
Anomalie dei contatti ausiliari
Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
Anomalie delle molle
Difetti di funzionamento delle molle.
Anomalie degli sganciatori
Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
Corto circuiti
Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
Difetti delle connessioni
Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.
Difetti ai dispositivi di manovra

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa. Il sezionatore è un apparecchio meccanico di connessione che risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetrapolare, da uno o due contatti ausiliari di preinterruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Surriscaldamento
Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a vista
Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corto circuiti.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, comodità di uso e manovra, impermeabilità ai liquidi, isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento, montabilità/smontabilità, resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: corto circuiti, difetti ai dispositivi di manovra, difetti di taratura, surriscaldamento, anomalie degli sganciatori.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzioni
Cadenza: quando occorre
Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le parti dei sezionatori quali placchette, coperchi, telai porta frutti, apparecchi di protezione e di comando.
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2.4 TRASFORMATORI A SECCO

Un trasformatore è definito a secco quando il circuito magnetico e gli avvolgimenti non sono immersi in un liquido isolante. Questi trasformatori si adoperano in alternativa a quelli immersi in un liquido isolante quando il rischio di incendio è elevato. I trasformatori a secco sono dei due tipi di seguito descritti. Trasformatori a secco di tipo aperto. Gli avvolgimenti non sono inglobati in isolante solido. L'umidità e la polvere ne possono ridurre la tenuta dielettrica per cui è opportuno prendere idonee precauzioni. Durante il funzionamento il movimento ascensionale dell'aria calda all'interno delle colonne impedisce il deposito della polvere e l'assorbimento di umidità; quando però non è in funzione, con il raffreddamento degli avvolgimenti, i trasformatori aperti potrebbero avere dei problemi. Nuovi materiali isolanti ne hanno, tuttavia, aumentato la resistenza all'umidità anche se è buona norma riscaldare il trasformatore dopo una lunga sosta prima di riattivarlo. Questi

trasformatori sono isolati in classe H e ammettono, quindi, una sovratemperatura di 125 K. Trasformatori a secco inglobati in resina. Questi trasformatori hanno le bobine, con le spire adeguatamente isolate, posizionate in uno stampo in cui viene fatta la colata a caldo sottovuoto della resina epossidica. Il trasformatore ha quindi a vista delle superfici cilindriche lisce e non gli avvolgimenti isolanti su cui si possono depositare polvere ed umidità. Questi trasformatori sono isolati in classe F e ammettono, quindi, una sovratemperatura di 100 K. Di solito l'avvolgimento di bassa tensione non è incapsulato perché non presenta problemi anche in caso di lunghe fermate.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

(Attitudine al) controllo delle scariche
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso
Classe di Esigenza: funzionalità
I trasformatori dell'impianto elettrico devono funzionare in modo da non emettere scariche. Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: la misura delle scariche parziali dovrà essere condotta secondo quanto riportato dalla norma tecnica. In particolare, dovrà verificarsi che le scariche parziali siano inferiori o uguali a 10 pC a 1,1 Um.

(Attitudine al) controllo del rumore prodotto
Classe di Requisiti: acustici
Classe di Esigenza: benessere
I trasformatori dell'impianto elettrico devono garantire un livello di rumore nell'ambiente misurato in dB(A) in accordo a quanto stabilito dalla norma tecnica.
Prestazioni: i trasformatori devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore ambiente La e quello residuo Lr nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.
Livello minimo della prestazione: i valori di emissione acustica possono essere verificati "in situ", procedendo alle verifiche previste dalle norme oppure verificando che i valori dichiarati dal produttore di elementi facenti parte dell'impianto siano conformi alla normativa.
Protezione termica
Classe di Requisiti: sicurezza d'uso Classe
di Esigenza: sicurezza
Il trasformatore dell'impianto elettrico dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione termica.

Prestazioni: la protezione termica del trasformatore avviene utilizzando apposite termoresistenze e centralina termometrica.
Livello minimo della prestazione: dovranno essere garantiti i livelli di legge della temperatura delle tre fasi e del neutro e l'efficienza dei ventilatori di raffreddamento.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Anomalie degli isolatori
Difetti di tenuta degli isolatori.
Anomalie delle sonde termiche
Difetti di funzionamento delle sonde termiche.
Anomalie dello strato protettivo
Difetti di tenuta dello strato di vernice protettiva.
Anomalie dei termoregolatori
Difetti di funzionamento dei termoregolatori.
Depositi di polvere
Accumuli di materiale polveroso sui trasformatori quando questi sono fermi.
Difetti delle connessioni
Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti.
Umidità
Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.
Vibrazioni
Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo avvolgimenti
Cadenza: ogni anno
Tipologia: ispezione
Verificare l'isolamento degli avvolgimenti tra di loro e contro massa misurando i valori caratteristici.
Anomalie riscontrabili: anomalie degli isolatori.
Ditte specializzate: elettricista.

Controllo general
Cadenza: ogni anno
Tipologia: ispezione a vista
Verificare lo stato generale del trasformatore ed in particolare: gli isolatori, le sonde termiche, i

termoregolatori. Verificare inoltre lo stato della vernice di protezione e che non ci siano depositi di polvere e di umidità.
Anomalie riscontrabili: anomalie degli isolatori, anomalie delle sonde termiche, anomalie dello strato protettivo, anomalie dei termoregolatori, difetti delle connessioni, vibrazioni, depositi di polvere, umidità.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia
Cadenza: ogni anno
Eseguire la pulizia delle macchine e dei cavi in arrivo e in partenza. Ditte specializzate: elettricista.

Serraggio bulloni
Cadenza: quando occorre
Eseguire il serraggio di tutti i bulloni. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione trasformatore
Cadenza: ogni 30 anni
Sostituire il trasformatore quando usurato. Ditte specializzate: elettricista.

Verniciatura
Cadenza: quando occorre
Eseguire la pitturazione delle superfici del trasformatore. Ditte specializzate: pittore.

3.5.2.5 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce. L'impianto di illuminazione è' costituito generalmente da: lampade a incandescenza, lampade fluorescenti, lampade alogene, lampade compatte, lampade a scariche, lampade a ioduri metallici, lampade a vapore di mercurio, lampade a vapore di sodio e pali per il sostegno dei corpi illuminanti.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

(Attitudine al) controllo del flusso luminoso
Classe di Requisiti: visivi
Classe di Esigenza: aspetto
I componenti degli impianti di illuminazione devono essere montati in modo da controllare il flusso luminoso emesso al fine di evitare che i fasci luminosi possano colpire direttamente gli apparati

visivi delle persone.
Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
(Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale
Classe di Requisiti: sicurezza d'intervento
Classe di Esigenza: sicurezza
I componenti degli impianti di illuminazione capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.
Prestazioni: si possono controllare i componenti degli impianti di illuminazione procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe di Esigenza: funzionalità
Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti di illuminazione devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra dell'edificio.
Prestazioni: le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra. Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n .37.

Accessibilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.
Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.
Assenza di emissioni di sostanze nocive
Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi degli impianti di illuminazione devono limitare la emissione di sostanze inquinanti o

comunque nocive alla salute degli utenti.
Prestazioni: deve essere garantita la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti nel rispetto delle disposizioni normative.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Comodità di uso e manovra
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli impianti di illuminazione devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.
Prestazioni: i componenti degli impianti di illuminazione devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro, ed essere accessibili anche da parte di persone con impedite o ridotta capacità motoria.
Livello minimo della prestazione: in particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m, ad eccezione di quei componenti il cui azionamento avviene mediante comando a distanza (ad esempio il telecomando a raggi infrarossi).

Efficienza luminosa
Classe di Requisiti: visivi
Classe di Esigenza: aspetto
I componenti che sviluppano un flusso luminoso devono garantire una efficienza luminosa non inferiore a quella stabilita dai costruttori delle lampade.
Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Identificabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Impermeabilità ai liquidi
Classe di Requisiti: sicurezza
d'intervento Classe di Esigenza:
sicurezza
I componenti degli impianti di illuminazione devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Isolamento elettrico
Classe di Requisiti: protezione elettrica
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Limitazione dei rischi di intervento
Classe di Requisiti: protezione dai rischi
d'intervento Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone o cose.
Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Regolabilità
Classe di Requisiti: funzionalità in emergenza
Classe di Esigenza: funzionalità
I componenti degli impianti di illuminazione devono essere in grado di consentire adeguamenti funzionali da parte di operatori specializzati.
Prestazioni: gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente

modificati o regolati senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Resistenza meccanica
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
Gli impianti di illuminazione devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.
Prestazioni: gli elementi costituenti gli impianti di illuminazione devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Stabilità chimico reattiva
Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici
Classe di Esigenza: sicurezza
L'impianto di illuminazione deve essere realizzato con materiali in grado di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.
Prestazioni: per garantire la stabilità chimico reattiva i materiali e componenti degli impianti di illuminazione non devono presentare incompatibilità chimico-fisica.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Montabilità/smontabilità
Classe di Requisiti: facilità d'intervento
Classe di Esigenza: funzionalità
Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.
Prestazioni: gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- lampade a ioduri metallici;
- lampade fluorescenti;
- pali in acciaio.

3.5.2.5.1 LAMPADE A IODURI METALLICI

I vari tipi di lampade a scarica sono: lampade a vapori di alogenuri; lampade a vapori di sodio ad alta

e bassa pressione; lampade a vapori di mercurio; lampade a luce miscelata. Le lampade a vapori di alogenuri, oltre ad abbattere i costi nell'impianto di illuminazione, hanno la peculiarità di un'ottima resa dei colori che si riesce ad avere allegando al mercurio elementi (che vengono introdotti nel tubo in forma di composti insieme ad uno o più alogeni - iodio, bromo – al fine di sfruttare il processo ciclico di composizione e scomposizione degli elementi) per completare la radiazione emessa dall'elemento base. Le sostanze aggiunte possono essere: tallio (emissione verde), sodio (emissione gialla), litio (emissione rossa) e indio (emissione blu). Le lampade a vapori di sodio ad alta pressione emettono una luce giallo-oro e l'indice di resa cromatica arriva fino a 65. Quando si desidera ridurne il numero si adoperano in alternativa a quelle a vapori di mercurio per illuminazioni industriali e urbane. Hanno molteplici forme e il tubo in ossido di alluminio sinterizzato. Alcuni tipi hanno bisogno di accenditori a ristori. Le lampade a vapori di sodio a bassa pressione sono formate da un tubo ripiegato a "U" riempito di neon e sodio. La luce emessa è monocromatica e consente, quindi, di differenziare bene la forma degli oggetti ma non il colore. È consigliabile il loro utilizzo per piazzali, strade, svincoli autostradali montandole da una altezza di circa 8-15 m. Le lampade a vapori di mercurio possono essere a bulbo (per una migliore distribuzione della temperatura) o a cilindro di vetro termico (per resistere allo sbalzo termico e allo stillicidio). Si adoperano per edifici industriali, possono essere montate fino a 20 metri e hanno bisogno di dispositivi per l'innesco della scarica.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Abbassamento livello di illuminazione
Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.
Avarie
Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a
vista
Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo del flusso luminoso, (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, accessibilità, assenza di emissioni di sostanze nocive, comodità di uso e manovra, efficienza luminosa, identificabilità, impermeabilità ai liquidi, isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento,

regolabilità, resistenza meccanica, stabilità chimico reattiva.
Anomalie riscontrabili: abbassamento livello di illuminazione.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzione delle lampade
Cadenza: ogni 50 mesi
Sostituzione delle lampade e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media delle lampade fornite dal produttore. Nel caso delle lampade a ioduri metallici si prevede una durata di vita media pari a 9000 h sottoposta a tre ore consecutive di accensione. (Ipotizzando, pertanto, un uso giornaliero di 6 ore, dovrà prevedersi la sostituzione della lampada ogni 50 mesi)
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2.5.2 LAMPADE FLUORESCENTI

Durano mediamente più di quelle a incandescenza e, adoperando alimentatori adatti, hanno un'ottima efficienza luminosa fino a 100 lumen/watt. L'interno della lampada è ricoperto da uno strato di polvere fluorescente cui viene aggiunto mercurio a bassa pressione. La radiazione visibile è determinata dall'emissione di radiazioni ultraviolette del mercurio (emesse appena la lampada è inserita in rete) che reagiscono con lo strato fluorescente.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Abbassamento livello di illuminazione
Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.
Avarie
Possibili avarie dovute a corto circuiti degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.
Difetti agli interruttori
Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: controllo a
vista
Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.
Requisiti da verificare: (attitudine al) controllo del flusso luminoso, (attitudine al) controllo della condensazione interstiziale, (attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche, accessibilità, comodità di uso e manovra, efficienza luminosa, identificabilità, impermeabilità ai liquidi,

isolamento elettrico, limitazione dei rischi di intervento, montabilità/smontabilità, regolabilità, resistenza meccanica, stabilità chimico reattiva.
Anomalie riscontrabili: abbassamento livello di illuminazione. Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzione delle lampade
Cadenza: ogni 40 mesi
Sostituzione delle lampade e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media delle lampade fornite dal produttore. Nel caso delle lampade fluorescenti si prevede una durata di vita media pari a 7500 h sottoposta a tre ore consecutive di accensione. (Ipotizzando, pertanto, un uso giornaliero di 6 ore, dovrà prevedersi la sostituzione della lampada circa ogni 40 mesi)
Ditte specializzate: elettricista.

3.5.2.5.3 PALI IN ACCIAIO

I pali sostengono uno o più apparecchi di illuminazione e sono formati generalmente da più parti quali un fusto, un prolungamento e all'occorrenza un braccio. Possono essere realizzati in acciaio che deve essere del tipo saldabile, resistente all'invecchiamento e, quando occorre, zincabile a caldo. L'acciaio deve essere di qualità almeno pari a quella Fe 360 B della EU 25 o migliore.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Efficienza luminosa
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso
Classe di Esigenza: funzionalità
I componenti che sviluppano un flusso luminoso devono garantire una efficienza luminosa non inferiore a quella stabilita dai costruttori delle lampade.
Prestazioni: è opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Impermeabilità ai liquidi
Classe di Requisiti: funzionalità d'uso Classe di Esigenza: funzionalità
I componenti dei pali devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.

Prestazioni: è opportuno che gli elementi costituenti i pali siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti. Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Isolamento elettrico
Classe di Requisiti: protezione elettrica
Classe di Esigenza: sicurezza
Gli elementi costituenti i pali devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.
Prestazioni: è opportuno che i pali siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

Resistenza alla corrosione
Classe di Requisiti: controllabilità tecnologica
Classe di Esigenza: controllabilità
I pali ed i relativi elementi devono essere realizzati con materiali idonei ad evitare fenomeni di corrosione per non compromettere il buon funzionamento dell'intero apparato.
Prestazioni: i materiali utilizzati per la realizzazione dei pali in acciaio devono garantire un'adeguata protezione contro la corrosione.
Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i valori minimi indicati dalla norma UNI EN 40.
Resistenza meccanica
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
I pali ed i relativi elementi devono essere realizzati con materiali in grado di sopportare deformazioni e/o cedimenti.
Prestazioni: deve essere garantita la qualità ed efficienza dei materiali utilizzati al fine di evitare cedimenti strutturali derivanti sia dal peso proprio che dall'azione della spinta del vento.
Livello minimo della prestazione: il palo deve essere progettato in modo da sostenere con sicurezza i carichi propri e i carichi del vento specificati nella UNI EN 40-3-1. La progettazione strutturale di un palo per illuminazione pubblica deve essere verificata mediante calcolo in conformità al UNI EN 40-3- 3 oppure mediante prove in conformità alla UNI EN 40-3-2.

<u>ANOMALIE RISCONTRABILI</u>

Anomalie del rivestimento

Difetti di tenuta del rivestimento o della zincatura.

Corrosione

Possibile corrosione dei pali realizzati in acciaio, in ferro o in leghe metalliche dovuta a difetti di tenuta dello strato di protezione superficiale.

Difetti di messa a terra

Difetti di messa a terra dovuti all'eccessiva polvere all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di serraggio

Abbassamento del livello di serraggio dei bulloni tra palo ed ancoraggio a terra o tra palo e corpo illuminante.

Difetti di stabilità

Difetti di ancoraggio dei pali al terreno dovuti ad affondamento della piastra di appoggio.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo corpi illuminanti

Cadenza: ogni 3 mesi

Tipologia: ispezione

Verificare l'efficienza dei reattori, starter, condensatori, lampade ed altri accessori. Requisiti da verificare: isolamento elettrico, efficienza luminosa, impermeabilità ai liquidi. Anomalie riscontrabili: difetti di messa a terra, difetti di stabilità, anomalie del rivestimento. Ditte specializzate: elettricista.

Controllo generale Cadenza: ogni 3 mesi Tipologia: controllo a vista

Controllo dell'integrità dei pali verificando lo stato di tenuta del rivestimento, delle connessioni e dell'ancoraggio a terra.

Requisiti da verificare: isolamento elettrico, efficienza luminosa, impermeabilità ai liquidi, resistenza alla corrosione, resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: corrosione, difetti di serraggio, difetti di messa a terra, difetti di stabilità.

Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Pulizia

Cadenza: ogni 3 mesi

Eseguire la pulizia della coppa e del riflettore mediante straccio umido e detergente. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione dei pali

Cadenza: quando occorre

Sostituzione dei pali e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media fornita dal produttore.

Ditte specializzate: elettricista.

Verniciatura
Cadenza: quando occorre
Eseguire un ripristino dello strato protettivo dei pali quando occorre. Ditte specializzate: pittore.

3.5.3 IMPIANTI DI SICUREZZA

Unità Tecnologiche:

- impianto di messa a terra.

3.5.3.1 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo. È il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in tensione a causa di mancanza di isolamento o altro. L'impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche. Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispersori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante. Per il collegamento alla rete di terra è possibile utilizzare, oltre ai dispersori ed ai loro accessori, i ferri dei plinti di fondazione. L'impianto di terra è generalmente composto da collettore di terra, i conduttori equipotenziali, il conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono essere sconnettibili e il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra.

<u>REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)</u>

Resistenza meccanica
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
Gli elementi ed i materiali dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture.
Prestazioni: i dispersori per la presa di terra devono essere realizzati con materiale idoneo ed appropriato alla natura e alla condizione del terreno.
Livello minimo della prestazione: i dispersori per la presa di terra devono garantire, per il complesso delle derivazioni a terra, una resistenza non superiore a 20 Ohm per gli impianti utilizzatori a tensione fino a 1000 V. Per tensioni superiori e per le cabine ed officine il dispersore deve presentare quella minore resistenza e sicurezza adeguata alle caratteristiche dell'impianto.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- conduttori di protezione;
- sistema di dispersione;
- sistema di equipotenzializzazione.

3.5.3.1.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

I conduttori di protezione principale o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra dai piani dell'edificio.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Resistenza alla corrosione
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.
Prestazioni: la resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma tecnica di settore.

Livello minimo della prestazione: la valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma tecnica di settore.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Difetti di connessione
Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni mese
Tipologia: ispezione strumentale
Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale. Requisiti da verificare: resistenza alla corrosione, resistenza meccanica.
Anomalie riscontrabili: difetti di connessione.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzione conduttori di protezione
Cadenza: quando occorre
Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.3.1.2 SISTEMA DI DISPERSIONE

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Resistenza alla corrosione
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

Prestazioni: la resistenza alla corrosione degli elementi e dei materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma tecnica di settore.
Livello minimo della prestazione: per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di Vs indicati dalla norma tecnica di settore.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosioni
Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale
Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: ispezione a
vista
Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.
Requisiti da verificare: resistenza alla corrosione, resistenza meccanica. Anomalie riscontrabili: corrosioni.

Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Misura della resistività del terreno
Cadenza: ogni 12 mesi
Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra. Ditte specializzate: elettricista.

Sostituzione dispersori
Cadenza: quando occorre
Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati. Ditte specializzate: elettricista.

3.5.3.1.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra i tubi metallici.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

Resistenza alla corrosione
Classe di Requisiti: di
stabilità Classe di Esigenza:
sicurezza
Il sistema di equipotenzializzazione dell'impianto di messa a terra deve essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.
Prestazioni: la resistenza alla corrosione dei conduttori equipotenziali principali e supplementari dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma di settore.
Livello minimo della prestazione: per garantire un'adeguata protezione occorre che i conduttori equipotenziali principali e supplementari rispettino i valori di Vs indicati dalla norma UNI di settore.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Corrosione
Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.
Difetti di serraggio
Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo generale Cadenza: ogni 12 mesi Tipologia: ispezione a vista

Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.
Requisiti da verificare: resistenza alla corrosione, resistenza meccanica. Anomalie riscontrabili: corrosione, difetti di serraggio.
Ditte specializzate: elettricista.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Sostituzione degli equipotenzializzatori
Cadenza: quando occorre
Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.
Ditte specializzate: elettricista.

Firmato digitalmente da
Silvano Carone
C = IT
Data e ora della firma: 20/11/2025 17:13:25